

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-345951

(43)Date of publication of application : 27.12.1993

(51)Int.Cl.

C22C 38/00

C22C 38/60

(21)Application number : 04-102295

(22)Date of filing : 27.03.1992

(71)Applicant :

(72)Inventor :

KOBE STEEL LTD

NAKAMURA MORIFUMI

TAKESHITA HIDEO

YUKIOKA TSUYOSHI

SASAKI TOSHIHIKO

KAWASAKI SHOZO

KAMIMORI AKIMITSU

KOARAI JIRO

SUZUKI YASUO

MATSUYAMA HIROYUKI

(54) FREE CUTTING STEEL

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a sulfur type or sulfur-lead type continuously cast free cutting steel having superior machinability (finished surface roughness) equal to or higher than that of a free cutting steel produced by the conventional ingoting method.

CONSTITUTION: The steel has a composition consisting of, by weight, 0.04-0.2% C, 0.6-1.5% Mn, 0.05-0.2% P, 0.16-0.5% S, 0.003-0.03% N, 100-300ppm O₂, and the balance Fe with inevitable matter or further containing <math>\leq 0.4\% Pb. By this method, the sulfur type (or sulfur-lead type) continuously cast high oxygen free cutting steel having <math>\leq 50\mu\text{m}^2 average size of MnS inclusion, excellent in surface quality and internal quality, and having finished surface roughness equal to or superior to that of an ingoted material can be obtained.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.03.1992

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 22.11.1994

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2129869

[Date of registration] 30.05.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 06-21199

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 21.12.1994

[Date of extinction of right] 23.12.2005

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許出願公告番号

特公平8-949

(24) (44) 公告日 平成8年(1996)1月10日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/60				
38/00	3 0 1 M			

発明の数 2 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-102295
(62) 分割の表示 特願昭60-290047の分割
(22) 出願日 昭和60年(1985)12月23日
(65) 公開番号 特開平5-345951
(43) 公開日 平成5年(1993)12月27日

審判番号 平6-21199

(71) 出願人 999999999
株式会社神戸製鋼所
兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号
(72) 発明者 中 村 守 文
兵庫県加古川市野口町北野89-29
(72) 発明者 竹 下 秀 男
兵庫県神戸市須磨区横尾3丁目9-5
(72) 発明者 幸 岡 強
兵庫県神戸市西区糺台4丁目14-18
(72) 発明者 佐々木 敏彦
大阪府摂津市千里丘東4丁目6番8-418
(74) 代理人 弁理士 丸木 良久

審判の合議体

審判長 亀松 宏

審判官 小野 秀幸

審判官 相沢 旭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 快削鋼

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 C 0.04~0.2wt%、

Mn 0.6~1.5wt%、

P 0.05~0.2wt%、

S 0.16~0.5wt%、

N 0.003~0.03wt%、

O₂ 100ppm以上300ppm以下を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなり、Mn S介在物の平均サイズが50μm²以下であることを特徴とする表面品質および内部品質が良好で、仕上げ面粗さが造塊材と同等以上に優れた連続铸造高窒素高酸素含有硫黄系快削鋼。

【請求項2】 鋼のN含有量が 0.007~0.03wt%である請求項1に記載の連続铸造高窒素高酸素含有硫黄系快削鋼。

2

【請求項3】 C 0.04~0.2wt%、

Mn 0.6~1.5wt%、

P 0.05~0.2wt%、

S 0.16~0.5wt%、

N 0.003~0.03wt%、

O₂ 100ppm以上300ppm以下を含有し、さらに、

Pb 0.4wt%以下を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなり、Mn S介在物の平均サイズが50μm²以下であることを特徴とする表面品質および内部品質が良好で、仕上げ面粗さが造塊材と同等以上に優れた連続铸造高窒素高酸素含有硫黄-鉛系快削鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は快削鋼に関し、さらに詳

しくは、連続铸造法により製造される快削鋼であって、造塊法により製造される快削鋼と同等以上の優れた被削性（仕上げ面粗さ）を有する硫黄系または硫黄-鉛系快削鋼に関するものである。

【0002】

【従来技術】従来より12××系快削鋼は造塊法により製造されてきている。しかし、造塊法により製造された快削鋼は、優れた被削性を有しているが、連続的な多量生産には不適当であった。

【0003】そのため、連続铸造法による快削鋼が提案され、実用化されているが、被削性（仕上げ面粗さ）が造塊法による快削鋼より劣るという問題があった。

【0004】例えば、特公昭59-019182号公報には、連続铸造による硫黄系快削鋼が提案されており、Mn含有量とK値（ $S/C \times O$ ）の関係を制御し、硫化物介在物を紡錘形にすることが記載されている。

【0005】また、特開昭59-205453号公報および特開昭59-205454号公報には、連続铸造によるS-（Te+Pb+Bi）系快削鋼が提案されており、快削性改善元素としてSの外にTe、Pb、Biの3種類を必須成分として複合添加させること、併せてAlを脱酸剤として使用して、酸素含有量を低減させ、 Al_2O_3 介在物を減少させることにより、硫化物の長径/短径の比を5以下（即ち、紡錘形）にする連続铸造快削鋼の実験例が記載されている。

【0006】しかし、このような提案は何れも、硫化物介在物を紡錘形にすることにより、被削性を改善しようとする考え方であるが、被削性に一応の改善効果は得られるとしても、同様な含有成分および成分割合の造塊材に比較して、被削性が劣るという問題がある。このように、連続铸造法による快削鋼の被削性の機構は、含有成分および成分割合、介在物の性状等が複雑に影響を及ぼすものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記に説明したように従来の造塊法による快削鋼に代わって、表面および内部品質が良好で、かつ、歩留りの良い連続铸造法による快削鋼について、本発明者が被削性（仕上げ面粗さ）が造塊法による快削鋼より劣ることについて、鋭意研究を行い、検討を重ねた結果、以下説明するようなことを知見した。

【0008】即ち、連続铸造材は造塊材に比較して凝固速度が早く、MnS介在物が小さくなり、そのため、切削中に工具面に構成刃先が凝着し易くなり、仕上げ面粗さを劣化させると言われていたが、被削性はMnS介在物の形状による影響は小さく、MnSの大きさによって支配されるものであることがわかった。

【0009】このMnSの大きさに及ぼす因子に関して検討を加えた結果、 O_2 を100ppm以上と多量に含有させること（上記に説明した特開昭59-20545

3号公報および特開昭59-205454号公報に記載されている連続铸造材の実験例では O_2 含有量が概ね100ppmより少ない）により、MnSの微細化を抑制し、構成刃先の生成を抑制し、被削性（仕上げ面粗さ）が造塊材と同等以上に向上できるという実験結果が得られた。

【0010】また、N、Pbを従来の連続铸造法による快削鋼よりも多く含有させることにより、切削中に工具面に生成する構成刃先量を抑制することができ、被削性を造塊材と同等以上にできるという実験結果が得られた。

【0011】さらに、このように連続铸造法により快削鋼の被削性を造塊法による快削鋼と同等以上とするためには、両铸造法による各快削鋼のMnS介在物の大きさの差を考慮して、被削性を付与する元素含有量を増加するという全く新たな手段により可能であることも見いだした。

【0012】しかして、連続铸造法により快削鋼を製造する場合、単に被削性付与元素の含有量を増加すると鋼片の表面疵が多発したり、偏析量が過大となって製品化は不可能であるが、MnS介在物の平均サイズを50μm以下とすることによって、表面疵発生を防止して被削性付与元素を多量に含有させることができることも知見した。

【0013】以上説明したような知見に基づいて、従来の造塊法によって製造された快削鋼と同等以上の優れた被削性（仕上げ面粗さ）を有する連続铸造法により製造された快削鋼を開発したのである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明に係る快削鋼は、C 0.04~0.2wt%、Mn 0.6~1.5wt%、P 0.05~0.2wt%、S 0.16~0.5wt%、N 0.003~0.03wt%、 O_2 100ppm以上300ppm以下を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなり、MnS介在物の平均サイズが50μm²以下であることを特徴とする表面品質および内部品質が良好で、仕上げ面粗さが造塊材と同等以上に優れた連続铸造高窒素高酸素含有硫黄系快削鋼を第1の発明とし、鋼のN含有量が0.007~0.03wt%である上記快削鋼を第2の発明とし、C 0.04~0.2wt%、Mn 0.6~1.5wt%、P 0.05~0.2wt%、S 0.16~0.5wt%、N 0.003~0.03wt%、 O_2 100ppm以上300ppm以下を含有し、さらに、Pb 0.4wt%以下を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなり、MnS介在物の平均サイズが50μm²以下であることを特徴とする表面品質および内部品質が良好で、仕上げ面粗さが造塊材と同等以上に優れた連続铸造高窒素高酸素含有硫黄-鉛系快削鋼を第3の発明とする3つの発明よりなるものである。

【0015】本発明に係る快削鋼について、以下詳細に説明する。先ず、本発明に係る快削鋼の含有成分および成分割合について説明する。

【0016】Cは鋼中に一部パーライトとして存在し、切削中の構成刃先の生成を抑制する元素であり、含有量が0.04wt%未満ではこのような効果は少なく、従って、0.04wt%以上とする必要があり、また、0.2wt%を越えて含有させると被削材（快削鋼）の硬度が高くなって、工具寿命が短くなる。よって、C含有量は0.04～0.2wt%とする。

【0017】MnはMnSを生成させるために必要な元素であり、含有量が0.6wt%未満ではこのような効果は少なく、表面疵が多くなり、また、1.5wt%を越えて含有させると硬度が大きくなり、工具寿命を劣化させる。よって、Mn含有量は0.6～1.5wt%とする。

【0018】Pは構成刃先の生成を抑制するための元素であり、含有量が0.05wt%未満ではこのような効果は少なく、含有量が多いほど効果はあるが、0.2wt%を越えて含有させると硬度が大となり、工具寿命が短くなる。よって、P含有量は0.05～0.2wt%とする。

【0019】Sは被削性を向上させる元素であり、含有量が0.16wt%未満ではこの効果は少なく、多いほど被削性は向上するけれども、0.5wt%を越えて含有させると表面疵が増加すると共に、鋼の靱性、延性が著しく低下する。よって、S含有量は0.16～0.5wt%とする。

【0020】Nは構成刃先の生成量に影響を与える元素であり、仕上げ面粗さに影響を及ぼし、含有量が0.003wt%未満では構成刃先の生成量が多くなり、仕上げ面粗さが劣化するようになり、また、含有量が多くなるほど構成刃先の生成量は少なくなるが、含有量が0.03wt%を越えて含有させると表面疵が多くなる。よって、N含有量は0.003～0.03wt%とする。なお、硫黄系連続铸造快削鋼の場合には、N含有量の下限を0.007wt%とすることが望ましい。

【0021】O₂は含有量が100ppm未満であると

$$R_z(c c) \leq R_z(i c) - 50 \Delta P - 50 \Delta S - 400 \Delta N - 60 \Delta P b - 0.40 (\Delta \text{MnS サイズ}) \dots \dots (1)$$

ここで、

$R_z(c c)$ ：連続铸造快削鋼の目標仕上げ面粗さ（ μm ）

$R_z(i c)$ ：造塊快削鋼の予想される目標仕上げ面粗さ（ μm ）

（但し、 $R_z(c c) = R_z(i c)$ とする）

ΔP ：得ようとする連続铸造快削鋼と造塊快削鋼とのP含有量の差

ΔS ：得ようとする連続铸造快削鋼と造塊快削鋼とのS含有量の差

高温時のMnSの平衡抵抗が減少し、圧延時にMnSが延伸、分断してMnSサイズが小さくなり、被削性を劣化させ、かつ、Alの脱酸剤としての使用や精錬等を必要とし、コストが高くなり、また、300ppmを越えると表面疵が多くなったり、酸化物が多く生成して、内部欠陥の原因となる。よって、O₂含有量は100ppm以上300ppm以下とする。

【0022】Pbは含有量が多いほど被削性は向上するが、含有量が0.4wt%を越えて含有させると、Pb偏析度が大きくなる。よって、Pb含有量は0.4wt%以下とする。なお、Pb含有効果を得るには、少なくとも含有量は0.15wt%以上とするのがよい。

【0023】MnS介在物の平均サイズは大きいほど被削性を良くするが、50 μm^2 を越えると表面疵が多くなり、また、被削性付与元素を多量に含有させることができない。よって、MnSサイズは50 μm^2 以下とする。なお、このサイズは10 μm^2 以上であることが好ましい。

【0024】次に、本発明に係る快削鋼の製造方法について、以下簡単に説明する。即ち、先ず、少なくともP、S、N、Pbの1種以上が上記に説明した範囲内の含有量である鋼を造塊法により製造する。

【0025】そして、この造塊鋼の含有成分量とMnS介在物平均サイズと予想される仕上げ面粗さと、さらに、連続铸造快削鋼の予想されるMnS介在物平均サイズ並びに目標仕上げ面粗さをパラメータとして、下記（1）式に基づいて、P含有量、S含有量、N含有量、Pb含有量の少なくとも1種以上を上記に説明した含有成分量の範囲内で、造塊鋼より増加または増減させて成分調整を行う。

【0026】即ち、得ようとする連続铸造快削鋼の目標とする仕上げ面粗さを造塊快削鋼の予想される仕上げ面粗さに等しいものとして、その目標仕上げ面粗さが得られるように成分調整を行う。そして、快削性元素の中で、ある元素の含有量を増加し、ある元素の含有量を減量することが可能である。

【0027】

ΔN ：得ようとする連続铸造快削鋼と造塊快削鋼とのN含有量の差

$\Delta P b$ ：得ようとする連続铸造快削鋼と造塊快削鋼とのPb含有量の差

$\Delta \text{MnS サイズ}$ ：得ようとする連続铸造快削鋼の予想されるMnSサイズ（ μm^2 ）と造塊快削鋼の実測されたMnS平均サイズ（ μm^2 ）の差

【0028】このように含有成分を調整した鋼を連続铸造法により製造することにより、表面品質および内部品質が良好で、仕上げ面粗さに優れた硫黄系連続铸造快削

鋼または硫黄・鉛連続铸造快削鋼を製造することができる。

【0029】

【実施例】本発明に係る快削鋼の実施例を説明する。

【0030】

【実施例】表1に示す含有成分および成分割合の鋼を、通常の連続铸造法および造塊法により夫れ夫れ快削鋼を製造した。

【0031】各試験系列(A系列: AISI規格1215系、B系列: AISI規格12L14系)において、A-1、B-1の夫れ夫れの造塊材(比較鋼)の快削性成分(P、S、N、Pb)の含有量とMnS介在物の平均サイズを測定し、各試験系列の基本とした。

【0032】この基本鋼の被削性(仕上げ面粗さ)の過去の実験結果から予想し、これと同等の被削性(仕上げ面粗さ)を連続铸造材の目標値とすると共に、MnS介在物サイズの平均値を推定し、この目標値(仕上げ面粗さ)が得られるように、上記の関係式を使用して成分計算を行い、この成分調整を行った鋼について、連続铸造法によって連続铸造材を溶製した。また、比較鋼として、上記の基本とする造塊材よりも被削性元素を多量に含有された造塊材と、これと同じ含有成分および成分割合の連続铸造材も製造した。

【0033】このようにして製造された供試材について、鋼片段階において表面疵や内部欠陥を調査した。さらに、25mmφ線材に圧延し、22mmφ棒に冷間引

拔を行い、被削性試験を行った。

【0034】被削性は、多軸自動旋盤を使用して、表2の切削条件により切削を行い、仕上げ面粗さを評価した。評価方法は、3箇所の仕上げ面粗さR_zを仕上げ面粗さ測定機により測定した平均値で示した。

【0035】MnS介在物サイズは、鋼材圧延方向(縦断面)1mm²内に含まれるMnS単体およびMnS系複合(酸化物或いは快削性元素との複合)介在物を光学系で30倍に拡大した画像を固体素子カメラに受像し、画像解析を行って測定した。この時、1μm²未満のMnS介在物を除外し、MnS介在物サイズは1μm²以上を測定し、測定位置深さ方向3箇所(表面下0.10mm、D/8、D/4)におけるMnS介在物の総面積を総個数により除して算出した。

【0036】表3に示すように、本発明に係る快削鋼は、何れも表面疵および内部欠陥もなく、仕上げ面粗さも造塊材(基本とした比較鋼、例えば、A系列試験の場合のA-1)と同等ないし同等以上(A系列の場合はR_z ≤ 28.2μm、B系列の場合はR_z ≤ 20.2μm)である。なお、造塊材でも被削性付与元素を多量に含有させた比較鋼(例えば、A系列試験の場合のA-2)は、表面疵や内部欠陥が発生している。また、被削性付与元素含有量を造塊材(基本)と同じようにした連続铸造材(例えば、A系列試験の場合のA-3)は仕上げ面が悪いのである。

【0037】

【表1】

No	区分	製造法	化学成分						(wt%)	
			C	Mn	P	S	N	Pb	O ₂	Fe 残部
A-1	比較鋼	造塊	0.07	1.01	0.058	0.305	0.003	—	0.0291	残部
2	"	"	0.09	0.98	0.084	0.341	0.020	—	0.0279	"
3	"	連铸	0.09	0.99	0.064	0.310	0.003	—	0.0204	"
4	"	"	0.08	0.97	0.086	0.344	0.014	—	0.0220	"
5	本発明	"	0.08	0.98	0.085	0.345	0.020	—	0.0189	"
6	"	"	0.08	0.94	0.080	0.330	0.016	—	0.0196	"
B-1	比較鋼	造塊	0.07	1.03	0.055	0.300	0.002	0.20	0.0258	"
2	"	"	0.09	1.11	0.079	0.347	0.009	0.29	0.0271	"
3	"	連铸	0.08	1.02	0.065	0.303	0.003	0.21	0.0224	"
4	"	"	0.07	1.00	0.075	0.346	0.008	0.26	0.0191	"
5	本発明	"	0.07	1.01	0.074	0.349	0.007	0.25	0.0193	"
6	"	"	0.09	1.04	0.073	0.438	0.005	0.23	0.0162	"
7	"	"	0.09	1.07	0.087	0.336	0.006	0.24	0.0187	"
8	"	"	0.08	1.09	0.144	0.343	0.006	0.24	0.0205	"
9	"	"	0.08	1.04	0.070	0.305	0.012	0.24	0.0173	"
10	"	"	0.09	1.05	0.069	0.308	0.021	0.23	0.0199	"
11	"	"	0.07	1.06	0.072	0.302	0.003	0.35	0.0215	"
12	"	"	0.07	1.04	0.071	0.303	0.004	0.39	0.0172	"

【0038】

40 【表2】

項 目	切削条件 (フォーミング加工)	
	A系列試験	B系列試験
切削機械	多軸自動盤	多軸自動盤
切削工具	高速度工具鋼 (SKH4A)	高速度工具鋼 (SKH4A)
切削速度	71m/min	97m/min
送り	0.04mm/rev	0.04mm/rev

【0039】

【表3】

No	区分	製造法	表面品質 (表面疵)	内部品質 (内部欠陥)	Mn S平均サ イズ (μm^2)	Rz (μm)
A-1	比較鋼	造塊	良	良	61	28.2
2	"	"	不良	不良	69	*
3	"	連铸	良	良	41	36.9
4	"	"	不良	不良	60	*
5	本発明	"	良	良	36	27.8
6	"	"	"	"	45	27.1
B-1	比較鋼	造塊	良	良	64	20.2
2	"	"	不良	不良	73	*
3	"	連铸	良	良	45	25.8
4	"	"	不良	不良	57	*
5	本発明	"	良	良	43	19.5
6	"	"	"	"	47	16.5
7	"	"	"	"	48	19.1
8	"	"	"	"	41	16.4
9	"	"	"	"	46	20.1
10	"	"	"	"	46	17.3
11	"	"	"	"	40	19.4
12	"	"	"	"	42	15.9

*: 被削性試験不可

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る快削鋼は上記の構成を有しているから、硫黄系連続铸造快削

鋼または硫黄-鉛系連続铸造快削鋼は、従来の造塊法により製造された快削鋼と比較して、同等以上の優れた被削性（仕上げ面粗さ）を有するものである。

フロントページの続き

(72)発明者 川 崎 正 蔵
兵庫県神戸市垂水区美山台3-9-18
(72)発明者 神 森 章 光
兵庫県明石市大久保町高丘1-13-25
(72)発明者 小 新 井 治 朗
兵庫県神戸市垂水区舞子坂3-10-18

(72)発明者 鈴 木 康 夫
兵庫県神戸市西区梶台4-4-11
(72)発明者 松 山 博 幸
兵庫県神戸市東灘区魚崎北町6丁目6-24
-302

(56)参考文献 特開 昭59-205453 (JP, A)